

## **ISOLASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT SEBAGAI ANTIBAKTERI STAPHYLOCOCCUS AUREUS**

**Norliana<sup>1</sup>, Putri Vidiyasari Darsono<sup>2</sup>, Kunti Nastiti<sup>3</sup>**

nurliyanaaaa2204@gmail.com<sup>1</sup>, putri.vidiyasari1@gmail.com<sup>2</sup>, kuntinastiti86@gmail.com<sup>3</sup>

**Sari Mulia Banjarmasin**

### **ABSTRAK**

*Latar Belakang: Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan suatu limbah utama dari pengolahan minyak sawit di Indonesia dapat menghasilkan 37 juta ton setiap tahunnya. Tandan Kosong Kelapa Sawit mengandung selulosa dimana dalam dunia medis selulosa dapat dijadikan sebagai bahan yang bermanfaat misalnya sebagai fasilitator dalam regenerasi jaringan sel tubuh yang sedang terluka, pembekuan darah, bahan pelapis untuk obat-obatan. Tujuan: Untuk mengetahui isolasi dan identifikasi Bakteri dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dan mengetahui berapa Daya Hambat (Konsentrasi Hambat Minimum) dan daya bunuh (Konsentrasi Bunuh Minimum) Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai antibakteri Staphylococcus Aureus. Metode: Penelitian ini termasuk penelitian True Eksperimental design dengan post Test Only with Control Group Design. Variabel independent yaitu Zona Hambat Supernatant Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit Metode Difusi, Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM), sedangkan variabel dependen yaitu Konsentrasi supernatant bakteri tandan kosong kelapa sawit yang ditambahkan dengan AgNO<sub>3</sub>. Hasil: Bakteri tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap staphylococcus aureus zona hambat kuat, dan memiliki kemampuan daya hambat (KHM) dengan nilai signifikansi pada Kruskal-Wallis Test adalah 0,02 dan nilai signifikansi pada Mann-Whitney Test adalah 0,25. Kemudian Isolat bakteri tandan kosong kelapa sawit dengan AgNO<sub>3</sub> juga memiliki kemampuan daya bunuh (KBM) terhadap staphylococcus aureus pada konsentrasi 50% dan 75%. Simpulan: Terdapat hasil yang memiliki pengaruh yang signifikan pada ketiga Konsentrasi isolat dengan AgNO<sub>3</sub> yang digunakan terhadap Staphylococcus aureus.*

**Kata Kunci:** *Tandan Kosong Kelapa Sawit (Ttks), Selulosa, Agno<sub>3</sub>, Staphylococcus Aureus.*

### **PENDAHULUAN**

Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) merupakan suatu limbah utama dari pengolahan minyak sawit di Indonesia dapat menghasilkan 37 juta ton setiap tahunnya. Tanda kosong kelapa sawit juga salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri pengolahan kelapa sawit. Sampah yang tidak dipakai ini menimbulkan bau yang tidak enak

dan juga menjadi tempat berkembang biaknya serangga sehingga sampah tersebut menjadi limbah yang dapat menimbulkan pengaruh yang kurang baik terhadap kesehatan seperti gangguan pernapasan dan tenggorokan dikarenakan menghirup angin yang mengandung spora-spora dari limbah tandan kosong kelapa sawit dan juga untuk kebersihan lingkungan dimana tumpukan limbah dari tandan kosong kelapa sawit pada tanah dapat menimbulkan keasaman tanah disekitar tumpukan tersebut dan menjadikan sarang/inang bagi hama, penyakit dan menimbulkannya bakteri bakteri patogen. Tandan Kosong Kelapa Sawit memiliki kandungan 44,4% selulosa; 30,9% hemiselulosa; dan 14,2% lignin (Nur Hidayah,2019).

Limbah TKKS ini penanganannya hanya dibuang atau dibiarkan begitu saja sampai membusuk disekitar kebun sehingga menjadikan pupuk organik bagi tanaman kelapa sawit akan tetapi dalam pembusukan membutuhkan waktu yang lama sehingga mencemari lingkungan karena dapat menimbulkan bau yang tidak enak. Penelitian yang banyak diolah seperti arang yang dapat diolah kembali menjadi arang aktif, biochar, briket, dan bio oil. Terdapat penelitian yang menjadikan TKKS ini diolah atau dijadikan sebagai bahan dasar pemakaian kosmetik untuk perawatan tubuh scrub,sabun mandi dan sabun padat (Lestari et al., 2020).

Tandan Kosong Kelapa Sawit mengandung selulosa dimana dalam dunia medis selulosa dapat dijadikan sebagai bahan yang bermanfaat misalnya sebagai fasilitator dalam regenerasi jaringan sel tubuh yang sedang terluka, pembekuan darah, bahan pelapis untuk obat-obatan, bermanfaat sebagai bahan pendukung untuk imobilitas enzim, sebagai membrane ginjal buatan, dan juga sebagai bahan implantasi jaringan (Nur Hidayah,2017). Karakteristik selulosa sangat mirip dengan manusia oleh karena itu selulosa dapat digunakan untuk luka bakar yang serius dan juga sebagai antibiotik ataupun obat-obatan untuk luka ketika terjadi luka diluar.

Dalam bidang biomedis selulosa bakteri biasanya digunakan untuk untuk membuat pembulu darah buatan dan juga bisa sebagai penyembuh luka karena memiliki sifat hidrofilitas tinggi, non-alergenik dan dapat di sterilisasi tanpa mempengaruhi karakteristik material. Dari penjelasan tersebut selulosa bakteri mempunyai potensi sebagai membran antibakteri, akan tetapi bakteri selulosa tidak mempunyai sifat sebagai antibakteri sehingga bakteri selulosa akan di campurkan dengan AgNO<sub>3</sub>.

Perak Nitrat mempunyai kestabilan yang baik dan bersifat toksik pada bakteri, fungus dan virus. Kemampuan antimikroba perak dapat merusak dinding sel bakteri, mengganggu metabolisme sel dan dapat menghambat sintesis sel mikroba. Dapat dihambatnya metabolisme sel dikarenakan adanya interaksi antara perak dengan makromolekul dalam sel seperti protein dan DNA (Najiyatul Falichah, 2021).

Mekanisme AgNO<sub>3</sub> sebagai antibakteri adalah dengan melekatkan diri pada membrane sel mikroorganisme sehingga dapat mengganggu permeabilitas pada membran sel serta respirasi seluler dan juga AgNO<sub>3</sub> dapat menembus jaus kedalam membrane sel maka dari itu dapat menyebabkan terjadinya kerusakan sel dengan cara berinteraksi dengan fosfor atau senyawa yang mengandung sulfur seperti DNA ataupun protein yang berada dalam sel. Sifat bakteriosidal yang dimiliki AgNO<sub>3</sub> disebabkan adanya peroses pelepasan ion perak dari partikel yang dapat memberikan aktivitas antibakteri. Aktivitas antibakteri meningkat diakibatkan karena luas permukaan semakin besar sehingga kemampuan disperse perak lebih baik (Aimmatul Jannah, 2019).

Berdasarkan dari hasil penelitian dari (Ayilara et al., 2020) hasil dari isolasi ada tandan kosong kelapa sawit didapatkan sebanyak 18 isolat bakteri, bakteri ini mampu tumbuh dalam lingkungan asalnya yang mempunyai pH 4,5-6,6 dengan suhu 500C. pH dan juga suhu ini adalah kondisi dimana proses dekomposisi sedang berlangsung dan memiliki

kemungkinan adanya keterlibatan dari mikroorganisme seperti bakteri, actinomisetis dan juga jamur.pada hasil dari pengujian potensi selulolitik pada media CMC memperlihatkan potensi selulolitik. Isolat pada bakteri yang mampu tumbuh dalam media CMC maka menandakan isolat tersebut mampu mendegradasikan dan memanfaatkan selulosa sebagai sumber karbon utama (Arifin et al., 2019). Isolat yang mempunyai potensi selulolitik ditandai dengan adanya zona bening disekitar koloni bakteri karena terjadi penguraian selulosa sebagai sumber dari karbon utama yang ada didalam media. Penguraian dapat dilakukan karena bakteri tersebut mampu mensekresikan enzim selulase yang merupakan kelompok enzim yang dapat memutuskan kelompok enzim yang bisa memutuskan ikatan  $\beta$ -1-4 glikosidik dalam molekul selulosa ( Nelson and Cox, 2017). Dari beberapa kajian dalam potensi selulolitik bakteri, kelompok dari Bacillus adalah salah satu kelompok yang paling banyak ditemukan dan mempunyai kemampuan selulolitik . isolasi bakteri pada tandan kosong kelapa sawit memperoleh hasil sebanyak 8 isolat dari genus Bacillus, 1 dari isolat Paenibacillus dan 1 isolat genus Lysinibacillus (Khianggam et al.,2014). Hasil isolasi bakteri dari sampel Tandan Kosong Kelapa Sawit dihasilkan sebanyak 18 isolat dengan 15 isolat yang mempunyai potensi selulolitik (Agustinur and Yusrizal, 2021).

Pengujian aktivitas pada bakteri dalam Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan cara pengujian antibakteri, pada penelitian ini menggunakan bakteri Staphylococcus Aureus. Staphylococcus aureus merupakan bakteri gram positif dimana patogen oportunistik yang tumbuh di permukaan kulit dan juga mukosa individu. Bakteri tersebut mampu memunculkan berbagai penyakit yang dapat berspektrum luas terhadap manusia misalnya seperti jerawat, impetigo,bisul,dan infeksi luka pada saat operasi. Dan beberapa infeksi yang berbahaya seperti pneumonia, meningitis, dan lain-lainnya. Staphylococcus aureus merupakan salah satu bakteri penyebab infeksi tersering didunia. Staphylococcus aureus juga merupakan penyebab utama terjadinya penyakit infeksi nosokomial, keracunan makann, dan toxin. Staphylococcus aureus adalah bakteri gram positif dan memiliki bentuk kokus, tersebar luas dialam dan ada yang hidup sebagai flora normal pada manusia seperti di aksila, daerah inguinal, dan perineal, dan lubang hidung pada bagian anterior (Seodarto,2014).

Pada saat ini banyaknya kasus resistensi obat antibiotik, sehingga perlu dikembangkan antibiotik yang baru yang mana diharapkan antibiotik yang dikembangkan ini dapat mengurangi resistensi antibiotik. Resistensi antibiotik menyebabkan berkurangnya efektivitas terapi dan juga kurangnya sensitivitas antibiotik kepada suatu bakteri sehingga membuat bakteri itu semakin kebal yang berdampak meningkatnya morbilitas dan moralitas serta mengakibatkan beberapa pengeluaran perawatan yang berlebihan (Rukmini. 2019). Pada tahun 1948 ditemukan Staphylococcus Aureus yang sudah diisolasi di rumah sakit, pada kasus tersebut 65% sampai 85% yang menghasilkan  $\beta$ -laktam, sehingga resistensi terhadap penisilin G. pada kasus di tahun 1986 Staphylococcus Aureus penisilin tidak hanya di jumpai di rumah sakit tetpi juga 80-90% yang sudah diisolasi dari masyarakat (Dessy Triana, 2014).

Antibiotik pada golongan  $\beta$ -laktam merupakan antibiotik yang sering digunakan dalam penanganan infeksi bakteri. Namun tingkat resistensi pada antibiotik golongan  $\beta$ -laktam terus mengalami peningkatan setiap waktu(Dessy Triana, 2014). Pada penggunaan antibiotik dalam jangka waktu yang lama dapat menimbulkan kerugian pada penderita yang dapat mengakibatkan bakteri resistensi terhadap antibiotik. Beberapa bakteri seperti gram positif dan negatif yang patogen oportunist menjadi restistensi kepada semua antibiotik (Sulistyani, 2013).

Pada penelitian ini pengujian antibakteri menggunakan metode dilusi dan difusi. Metode dilusi ini menggunakan media cair lalu mengamati kekeruhan / kejernihan pada

media agar sehingga dapat dilihat nilai KHM (Konsentrasi Hambat Minimum) lalu konsentrasi yang dihasilkan oleh KHM akan dilanjutkan ke KBM (Konsentrasi Bunuh Minimum) untuk melihat kemampuan dari bakteri yang dihasilkan oleh Tandan Kosong Kelapa Sawit apakah dapat membunuh bakteri *Staphylococcus Aureus* dan metode difusi dengan mengamati daya hambat yang terbentuk dengan adanya zona bening dan dilakukan pengukuran menggunakan jangka sorong.

Dari banyaknya kasus resistensi terhadap antibiotik maka dari itu berdasarkan penelitian ini peneliti ingin mengembangkan bakteri endofit dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Antibakteri *Staphylococcus Aureus*.

## METODOLOGI

Jenis penelitian ini yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu True Eksperimental design untuk mengidentifikasi aktivitas antibakteri dari tandan kosong kelapa sawit terhadap *Staphylococcus aureus*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakteristik Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit

Penelitian ini dimulai dengan melakukan pengamatan bentuk karakteristik bakteri tandan kosong kelapa sawit di Tapin Kalimantan Selatan. Pengamatan bentuk karakteristik dari bakteri tandan kosong kelapa sawit (BTKKS) ini dengan melihat bentuk, warna, elevasi, dan tepi dari bakteri tersebut. Hasil dari melihat bentuk karakteristik bakteri tandan kosong kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1 Bentuk Karakteristik Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit

| Isolat  | Bentuk                     | Warna        | Elevasi | Tepi |
|---------|----------------------------|--------------|---------|------|
| BTKKS 4 | Batang ( <i>Bacillus</i> ) | Putih Bening | Datar   | Rata |
| BTKKS 5 | Batang ( <i>Bacillus</i> ) | Putih Bening | Datar   | Rata |

Keterangan : BTKKS = Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit

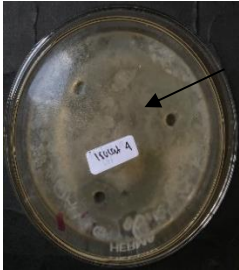

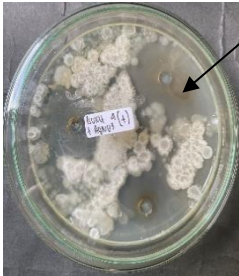


Pada penelitian ini jenis isolat bakteri tandan kosong kelapa sawit di Tapin Kalimantan Selatan yang digunakan hanya pada isolate 4 dan 5 bakteri yang memiliki bentuk bakteri yang batang (*Bacillus*), berwarna putih bening, dan memiliki warna, elevasi datar dan tepi rata yang sama.

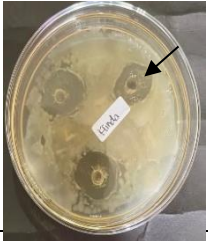

### Hasil Uji Skrining Aktivitas Antibakteri

Pada penelitian ini, uji skrining aktivitas antibakteri dari isolasi bakteri tandan kosong kelapa sawit sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan menggunakan metode difusi sumuran dan didapatkan zona hambat yang terbentuk di sekitar lubang sumuran yang diukur menggunakan jangka sorong dalam satuan milimeter (mm).

Hasil pengamatan pada cawan petri setelah diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 jam didapatkan zona hambat pada konsentrasi isolasi bakteri tandan kosong kelapa sawit sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus*. Hal ini menunjukkan adanya kemampuan isolat tandan kosong kelapa sawit dalam menghambat pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Hasil pengukuran diameter zona hambat dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 2 Hasil Penelitian Skринning Aktivitas Antibakteri Isolat Tandan Kosong Kelapa terhadap *Stapylococcus Aureus*

| No | Perlakuan   | Diameter (mm) |       |       | Rata-rata (mm) | Gambar  |
|----|---|---------------|-------|-------|----------------|---|
|    |   | I             | II    | III   |                |   |
| 1  | Isolat 4 Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit                     | 17,11         | 15,55 | 14,49 | 15,71          |    |
| 2  | Isolat 5 Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit                     | 11,63         | 13,50 | 13,10 | 12,74          |   |
| 3  | Isolat 4 Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit + AgNO <sub>3</sub> | 23,63         | 23,59 | 20,57 | 22,59          |  |
| 4  | Isolat 5 Bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit + AgNO <sub>3</sub> | 15,60         | 13,35 | 27,61 | 18,85          |  |
|    | Kontrol Positif (Amoxicilin)                                    | 15,79         | 23,67 | 26,94 | 22,13          |  |

| NO | Perlakuan                     | Diameter (mm) |       |       | Rata-rata (mm) | Gambar  |
|----|-------------------------------|---------------|-------|-------|----------------|---|
| 5  | Kontrol Positif (Klindamisin) | 14,67         | 21,13 | 23,78 | 19,86          |  |
| 6  | Kontrol Negatif               | 0             | 0     | 0     | 0              |  |

Keterangan :

Kontrol Positif: Amoxicillin dan Klindamisin dengan suspensi bakteri

Kontrol Negatif : Aquadest dan suspensi bakteri

Berdasarkan data hasil penelitian uji skrining aktivitas antibakteri dari isolasi bakteri tandan kosong kelapa sawit sebagai antibakteri staphylococcus aureus diketahui bahwa isolate tandan kosong kelapa memiliki daya antibakteri yang ditandai dengan adanya zona hambat di sekitar lubang sumuran.


### Hasil Uji Aktivitas Antibakteri

#### a. Hasil Uji Konsentrasi Hambat Minimum (KHM)






Pada penelitian uji aktivitas antibakteri untuk mengetahui Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dari bakteri tandan kosong kelapa sawit terhadap Staphylococcus aureus dilakukan dengan menggunakan metode dilusi dan diamati hasilnya secara visual.








Pengamatan pada tabung reaksi setelah diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 jam dilakukan secara visual pada setiap tabung yang berisi variasi konsentrasi isolat tandan kosong kelapa sawit, kontrol positif dan kontrol negatif. Data yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dari bakteri tandan kosong kelapa sawit terhadap Staphylococcus aureus dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut:

Tabel 3 Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dari bakteri tandan kosong kelapa sawit terhadap Staphylococcus aureus




| Perlakuan | Variasi Konsentrasi    | Replikasi |       |       | P value                                  | Gambar  |
|-----------|------------------------|-----------|-------|-------|--|---|
|           |                        | I         | II    | III   |  |   |
|           | Konsentrasi 50% (5 ml) | Keruh     | Keruh | Keruh | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |

Isolat 4

|  |                                |       |       |       |  |   |
|--|--------------------------------|-------|-------|-------|--|---|
| tandan kosong<br>kelapa sawit<br>tanpa AgNO <sub>3</sub>             | Konsentrasi<br>75%<br>(7,5 ml) | Keruh | Keruh | Keruh | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
|  | Konsentrasi<br>100%<br>(10 ml) | Keruh | Keruh | Keruh | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
| <hr/>  |                                |       |       |       |  |   |
|  | Konsentrasi<br>50%<br>(5 ml)   | Keruh | Keruh | Keruh | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |   |
| <hr/>  |                                |       |       |       |  |   |
| Isolat 5<br>tandan kosong<br>kelapa sawit<br>tanpa AgNO <sub>3</sub> | Konsentrasi<br>75%<br>(7,5 ml) | Keruh | Keruh | Keruh | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |
|  | Konsentrasi<br>100%<br>(10 ml) | Keruh | Keruh | Keruh | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |
| <hr/>  |                                |       |       |       |  |   |

|   |                                |        |        |        |  |   |
|---|--------------------------------|--------|--------|--------|--|---|
|   | Konsentrasi<br>50%<br>(5 ml)   | Jernih | Jernih | Jernih | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
|   | KHM                            |        |        |        |  |   |
| Isolat tandan<br>4 kosong<br>kelapa sawit<br>dengan<br>menggunakan<br>AgNO <sub>3</sub> | Konsentrasi<br>75%<br>(7,5 ml) | Jernih | Jernih | Jernih | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
|   | Konsentrasi<br>100%<br>(10 ml) | Jernih | Jernih | Jernih | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
|   | Konsentrasi<br>50%<br>(5 /ml)  | Jernih | Jernih | Jernih | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |
|   | KHM                            |        |        |        |  |   |
| Isolat tandan<br>5 kosong<br>kelapa sawit<br>dengan<br>menggunakan<br>AgNO <sub>3</sub> | Konsentrasi<br>75%<br>(7,5 ml) | Jernih | Jernih | Jernih | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |
|   | Konsentrasi<br>100%<br>(10 ml) | Jernih | Jernih | Jernih | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |
| Kontrol Positif<br>(Amoxicillin)  |                                | Keruh  | Keruh  | Keruh  | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |



|                                  |           |        |         |  |   |
|----------------------------------|-----------|--------|---------|--|---|
| Kontrol Positif<br>(Klindamisin) | Jernih    | Jernih | Jernih  | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
| Perlakuan                        | Replikasi |        | P value | Gambar                                   |   |
|                                  | I         | II     | II      |  |   |
| Kontrol Negatif                  | Keruh     | Keruh  | Keruh   | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |    |
| AgNo + Bakteri                   | Keruh     | Keruh  | Keruh   | 0,002 <sup>a</sup><br>0,037 <sup>b</sup> |  |

Sumber : Data Primer 2023

Keterangan :

a : nilai signifikansi dari pengujian Kruskal-Wallis Test

b : nilai signifikansi dari pengujian Mann Whitney Test

Kontrol Positif: Amoxicilin dan Klindamisin dengan suspensi bakteri

Kontrol Negatif : Aquadest dengan suspensi bakteri




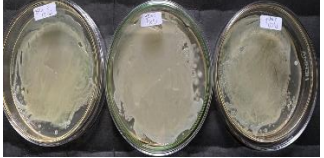




b. Hasil Uji Konsentrasi Bunuh Minimum

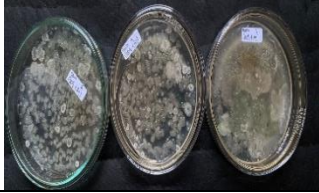





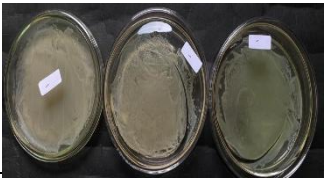
Pada penelitian uji aktivitas antibakteri untuk mengetahui Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dari bakteri tandan kosong kelapa sawit terhadap *Staphylococcus aureus* diamati hasilnya secara visual serta menghitung jumlah koloni bakteri dengan colony counter.

Pengamatan pada setiap cawan petri setelah diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam dilakukan secara visual dan jumlah koloni dihitung menggunakan colony counter. Data yang diperoleh berdasarkan penelitian Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dari bakteri tandan kosong kelapa sawit terhadap *Staphylococcus aureus* dapat dilihat pada Tabel 4.4 berikut.

Tabel 4 Nilai Konsentrasi Bunuh Minimum Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap

bakteri staphylococcus aureus

| Perlakuan  | Variasi Konsentrasi | Replikasi     |               |               | Gambar   |
|------------|---------------------|---------------|---------------|---------------|--|
|            |                     | I             | II            | III           |  |
| Isolat 4   | Konsentrasi 50%     | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |    |
|            | Konsentrasi 75%     | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |    |
|            | Konsentrasi 100%    | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |    |
| Isolat 5   | Konsentrasi 50%     | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |   |
|            | Konsentrasi 75%     | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |  |
|            | Konsentrasi 100%    | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |  |
|            | Konsentrasi 50%     | 88            | 120           | 180           |  |
| Isolat 4 + | Konsentrasi 75%     | 89            | 75            | 130           |  |

|                               |                               |               |               |               |  |
|-------------------------------|-------------------------------|---------------|---------------|---------------|--|
| AgNO <sub>3</sub>             | KBM                           |               |               |               |  |
|                               | Konsentrasi 100%              | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |    |
|                               | Konsentrasi 50% KBM           | 55            | 70            | 160           |    |
| Isolate 5 + AgNO <sub>3</sub> | Konsentrasi 75% KBM           | 75            | 50            | 88            |    |
|                               | Konsentrasi 100%              | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |    |
|                               | Kontrol Positif (Amoxicilin)  | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |   |
|                               | Kontrol Positif (Klindamisin) | Bening        | Bening        | Bening        |  |
|                               | Kontrol Negatif               | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni | Tumbuh Koloni |  |

Sumber : Data Primer 2023

### Pembahasan

Pada penelitian yang dilakukan dapat mengetahui senyawa yang ada pada bakteri Tandan Kosong Kelapa Sawit yang dapat menjadi antibakteri dari *Staphylococcus Aureus*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat sampel dari tandan kosong kelapa sawit yang telah dikeringkan sebanyak 5 gram dan dicampurkan dengan NaCl dan didiamkan selama 24 jam. kemudian akan dilakukan isolasi bakteri tandan kosong kelapa dengan melakukan proses pengenceran bakteri agar mengurangi kepadatan dari bakteri. Pada pengenceran 10<sup>-1</sup> sampai 10<sup>-6</sup> didapatkan koloni bakteri tumbuh sangat padat. Kemudian akan diambil tiga seri pengenceran yang terakhir yaitu 10<sup>-4</sup>, 10<sup>-5</sup>, 10<sup>-6</sup> yang akan ditumbuhkan pada media padat Nutrient Agar (NA) yang diinkubator selama 1 x 24 jam. Pada pengenceran 10<sup>-4</sup> dan 10<sup>-5</sup> koloni bakteri yang tubuh sangat padat, kemudian pada pengenceran 10<sup>-6</sup> koloni bakteri yang tumbuh sudah mulai berkurang yang di tandai dengan

adanya koloni yang tumbuh terpisah. Selanjutnya dilakukan pemurnian bakteri agar mencegah terjadinya kontaminasi antar bakteri yang lain dengan cara menumbuhkan Kembali bakteri yang akan digunakan pada media Nutrien Agar (NA).

Kemudian dilakukan skrining aktivitas antibakteri isolat tandan kosong kelapa sawit terhadap *Staphylococcus aureus* dilakukan dengan metode difusi sumuran. Terdapat 6 perlakuan yang diberikan pada *Staphylococcus aureus* yaitu sampel isolat BTTKS 4 dan 5 tanpa menambahkan AgNO<sub>3</sub> dan sampel isolat BTTKS 4 dan 5 menambahkan AgNO<sub>3</sub>, kontrol positif (amoxicillin dan Klindamisin) dan kontrol negatif aquadest.

Kontrol positif yang digunakan pada penelitian ini adalah amoxicillin yang merupakan antibiotik semisintetik penicillin yang mempunyai cincin β-laktam dan memiliki spektrum luas terhadap bakteri aerob dan anaerob (Safitri et al., 2022). Mekanisme kerja amoxicillin adalah membunuh bakteri dengan cara mengganggu sintesis dinding sel atau reaksi transpeptidase (Abdurrachman & Febriana, 2018). Selanjutnya obat yang digunakan adalah klindamisin yang mana merupakan antibakterial yang bekerja menghambat pertumbuhan atau reproduksi dari bakteri yaitu dengan menghambat sintesa protein. Mekanisme kerja klindamisin meliputi memotong elongasi rantai peptida, memblok site A pada ribosom, kesalahan membaca pada kode genetik atau mencegah penempelan rantai oligosakarida pada glikoprotein (Sirajudin & Rahmanisa, 2016). Perbandingan kedua obat yang digunakan sebagai kontrol positif terhadap bakteri *staphylococcus aureus* yaitu di dapatkan hasil bahwa obat klindamisin lebih baik sebagai antibakteri yang digunakan untuk menghambat dan membunuh terhadap bakteri *staphylococcus aureus* dibandingkan dengan obat amoxicillin. Hal ini karena menurut penelitian oleh (Emelda et al., 2021) bahwa saat klindamisin digunakan sebagai antibiotik untuk bakteri *staphylococcus aureus* hasil yang di dapatkan bahwa zona hambat yang di dapatkan sangat kuat dan memiliki daya bunuh yang baik. Kontrol negatif yang digunakan pada penelitian ini adalah aquadest. Penentuan hasil skrining aktivitas antibakteri dilakukan dengan menggunakan jangka sorong.

Hasil penelitian menunjukkan terdapat zona hambat disekitar lubang sumuran sampel isolat dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> sebanyak 1 ml, yang mana menurut penelitian (Dewi et al., 2019) mengatakan bahwa penambahan AgNO<sub>3</sub> sebagai bahan tambahan untuk digunakan pada ekstrak maupun isolate hanya sebesar 1 ml. Kemudian kontrol positif (Amoxicillin, dan Klindamisin) namun tidak ada zona hambat pada kontrol negatif dan pada isolat tanda kosong kelapa yang tidak menggunakan AgNO<sub>3</sub>.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi antibakteri dari isolasi bakteri tandan kosong kelapa sawit sebagai antibakteri *staphylococcus aureus*. Bakteri *Staphylococcus aureus* termasuk jenis bakteri yang sering umum ditemukan terhadap penyakit infeksi piogenik, biasanya bakteri ini berbentuk bulat dengan garis tengah lebih kurang 1 μm, susunan sel bergerombol sedangkan dari biakan cair terlihat sebagai sel tunggal atau tersusun berpasangan tetrad atau berderet seperti rantai, *Staphylococcus* tidak bergerak dan tidak membentuk spora (Yanto et al., 2021).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode difusi sumuran (Well Diffusion Method) untuk skrining aktivitas antibakteri isolat tandan kosong kelapa. Metode difusi sumuran ini digunakan untuk mengetahui potensi dari isolat tandan kosong kelapa dalam menghambat pertumbuhan bakteri *staphylococcus aureus* dengan mengukur diameter zona hambat yang terbentuk di sekitar lubang sumuran. Pada penelitian ini juga menggunakan metode dilusi untuk pengujian aktivitas antibakteri. Metode dilusi ini digunakan untuk mengetahui Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) isolat tandan kosong kelapa sebagai antibakteri *staphylococcus aureus*. Diameter rata-rata zona hambat yang diperoleh dari pengujian isolat 4 tandan kosong kelapa sawit tanpa AgNO<sub>3</sub> adalah 15,71 mm dan isolate 5 tandan kosong kelapa

sawit tanpa AgNO<sub>3</sub> sebesar 12,74 mm yang termasuk kedalam kategori zona hambat kuat. Sedangkan pada isolat 4 tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> sebesar 22,59 mm dan isolat 5 tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> sebesar 18,85 mm yang termasuk dalam kategori sangat kuat. Adapun kategori zona hambat menurut (Suriaman et al., 2016) terbagi menjadi 4 kategori yaitu kategori sangat kuat (diameter  $\geq 20$ mm), kategori kuat (diameter 10-20mm), kategori sedang (diameter 5-10) dan kategori lemah (diameter  $\leq 5$ mm). Pada kontrol positif amoxicilin dengan diameter rata-rata zona hambat yang diperoleh adalah 22, 13 mm yang termasuk kedalam kategori zona hambat sangat kuat, dan klindamicin dengan diameter 19,86 mm yang termasuk kedalam kategori zona hambat kuat (Suriaman et al., 2016). Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Santoso et al., 2020) bahwa amoxicillin memiliki zona hambat dengan kategori sangat kuat dan klindamisin dengan kategori kuat terhadap staphylococcus aureus. Sedangkan pada kontrol negatif (aquadest) tidak ditemukan adanya zona hambat, hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Trisharyanti & Febrianti., 2017) bahwa aquadest tidak memiliki kemampuan antibakteri sehingga tidak memberikan pengaruh ke Staphylococcus aureus.

Berdasarkan skrining aktivitas antibakteri diketahui bahwa terdapat zona hambat sehingga isolat tandan kosong kelapa dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> dan tanpa AgNO<sub>3</sub> yang digunakan dapat dilanjutkan ke pengujian aktivitas antibakteri untuk mengetahui Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Pengujian aktivitas antibakteri menggunakan metode dilusi.

Penentuan nilai Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) adalah menentukan konsentrasi terendah dari sampel yang mampu menghambat pertumbuhan staphylococcus aureus yang ditandai dengan adanya kejernihan pada tabung dari kelompok isolat tandan kosong kelapa yang diamati secara visual. Dalam mengukur kekeruhan suspensi sebaiknya digunakan suatu alat yaitu nephelometer agar kekeruhan suspensi bakteri lebih akurat saat dibandingkan dengan kekeruhan Mc Farland 0,5. Namun, pada penelitian ini pengukuran makroskopis kekeruhan dilakukan hanya secara visual karena keterbatasan alat. Hal ini dapat disebabkan karena beberapa faktor seperti kekeruhan suspensi bakteri, temperatur saat inkubasi, dan ketebalan media agar. Berdasarkan hasil yang telah didapatkan nilai KHM isolat tandan kosong kelapa tanpa AgNO<sub>3</sub> yang diberikan pada tabung yang berisi bakteri staphylococcus aureus dengan konsentrasi 5 ml, 7,5 ml, dan 10 ml (konsentrasi 50%, 75% dan 100%) yang diamati secara visual adanya kekeruhan yang artinya bahwa isolat tandan kosong kelapa sawit tanpa menggunakan AgNO<sub>3</sub> tidak memiliki daya hambat pada bakteri. Kemudian pada isolat tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan AgNO<sub>3</sub> di semua konsentrasi hasil yang di dapatkan ditandai dengan hasil pengujian pada terlihat jernih. Hal ini bisa saja disebabkan oleh berdasarkan pada penelitian (Sirajudin & Rahmanisa, 2016) yang mengatakan bahwa AgNO<sub>3</sub> dapat membantu menghambat pertumbuhan bakteri karena AgNO<sub>3</sub> dapat merusak dinding dari sel bakteri, mengganggu metabolisme dari sel serta dapat membantu menghambat sintesis dari sel bakteri. Sehingga hal ini yang bisa saja menyebabkan isolat tandan kosong kelapa yang di tambahkan dengan AgNO<sub>3</sub> dapat menghambat pertumbuhan dari bakteri staphylococcus aureus. Kemudian hasil ini juga sesuai oleh penelitian yang dilakukan oleh (Dwi Cahya, 2015) yang mengatakan bahwa Selulosa bakteri tidak memiliki sifat antibakteri sehingga agar selulosa bakteri memiliki sifat antibakteri dapat dikompositkan atau di tambahkan dengan AgNO<sub>3</sub> yang dapat memicu bakteri selulosa agar bersifat antibakteri. AgNO<sub>3</sub> dikompositkan dengan selulosa bakteri dengan cara diimpregnasi ke dalam membran selulosa bakteri menghasilkan membran bionano komposit selulosa bakteri Ag. Sintesis AgNO<sub>3</sub> dilakukan dengan metode reduksi kimia dengan menggunakan natrium sitrat sebagai pereduksi. Sehingga isolat bakteri

selulosa yang dihasilkan dari tandan kosong kelapa dapat digunakan sebagai antibakteri, maka perlu ditambahkan dengan  $\text{AgNO}_3$ .

Pada data hasil uji Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dilakukan pengujian statistik dengan menggunakan uji statistik parametrik dan non parametrik. Saat dilakukan pengujian dengan menggunakan uji parametrik hasil yang di dapatkan bahwa data yang digunakan homogenitas, akan tetapi tidak normalitas sehingga tidak dapat dilanjutkan ke pengujian yang selanjutnya atau dengan menggunakan uji parametrik one way anova. Sehingga dilakukan pengujian secara non parametrik dengan metode uji Kruskal wallis. Berdasarkan hasil pengujian statistik diketahui bahwa terdapat perbedaan pengaruh isolat tandan kosong kelapa sawit terhadap staphylococcus aureus menggunakan Kruskal-Wallis Test didapatkan nilai signifikansi 0,02 ( $p < 0,05$ ). Oleh karena itu, dapat dinyatakan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna pada semua kelompok perlakuan (kelompok perlakuan isolat tandan kosong kelapa sawit, kontrol negatif dan kontrol positif). Untuk mengetahui perbedaan yang signifikan antar variasi konsentrasi dengan kontrol negatif dan kontrol positif pada pemberian isolat tandan kosong kelapa sawit terhadap Staphylococcus aureus maka dilakukan pengujian menggunakan Mann Whitney Test. Berdasarkan pengujian Mann Whitney Test diperoleh hasil bahwa terdapat perbedaan bermakna antar kelompok variasi konsentrasi dengan kelompok kontrol negatif dengan nilai signifikansi yaitu 0,025 ( $p < 0,05$ ). Pada pengujian antar kelompok variasi konsentrasi dengan kelompok kontrol positif tidak terdapat perbedaan bermakna dengan nilai signifikansi yaitu 1,00 ( $p > 0,05$ ). Oleh karena itu, dapat dinyatakan isolat tandan kosong kelapa sawit memiliki pengaruh terhadap staphylococcus aureus.

Kemudian pengujian aktivitas antibakteri dapat dilanjutkan pada penentuan nilai daya bunuh atau Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) isolat tandan kosong kelapa sawit terhadap Staphylococcus aureus. Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) merupakan kadar terendah dari antimikroba yang dapat membunuh bakteri setelah diinkubasi selama 24 jam. KBM ditentukan dengan cara menguji kemampuan hidup mikroorganisme yang dibiakkan kembali pada media padat yang tidak mengandung antibiotik dari tabung-tabung uji KHM yang tidak menunjukkan pertumbuhan bakteri (Radji, 2015). Penentuan nilai Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) dilakukan dengan cara menggoreskan larutan uji hasil Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) pada media padat. Konsentrasi terendah dari sampel yang tidak ada pertumbuhan bakteri pada cawan petri merupakan nilai daya bunuh atau Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM). Berdasarkan hasil yang telah diperoleh yaitu bahwa isolat tandan kosong kelapa tanpa  $\text{AgNO}_3$  tidak memiliki nilai KBM terhadap Staphylococcus aureus pada seluruh variasi konsentrasi. Hal ini ditandai dengan ditemukannya pertumbuhan bakteri pada media padat di berbagai konsentrasi isolat. Sedangkan pada hasil isolat tandan kosong kelapa dengan menggunakan  $\text{AgNO}_3$  hasil yang di dapatkan bahwa adanya zona bening pada media padat di seluruh konsentrasI isolat yang digunakan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Sirajudin & Rahmanisa, 2016) bahwa  $\text{AgNO}_3$  dapat membantu merusak dinding sel dari bakteri, sehingga ketika dicampurkan dengan isolat tandan kosong kelapa sawit hasil yang di dapatkan bahwa isolat tandan kosong kelapa sawit memiliki nilai bunuh maksimum pada isolat 4 dengan  $\text{AgNO}_3$  dengan konsentrasi 50% sebanyak 129 koloni, dan 75% sebanyak 98 koloni dan pada isolate 5 dengan  $\text{AgNO}_3$  konsentrasi 50% sebanyak 95 kolono dan 75% 71 koloni. Dan dapat di simpulkan bahwa nilai bunuh bakteri yang terbanyak pada konsentrasi isolat sebesar 75%. Hal ini dikarenakan oleh semakin tinggi konsentrasi isolat yang digunakan maka akan semakin baik bahan aktif dari isolat untuk berdifusi ke dalam media dan akhirnya dapat meningkatkan kemampuan isolat dengan aureus. Akan tetapi pada konsentrasi 100% koloni yang tumbuh melebihi 300 koloni yang artinya bahwa pada konsentrasi 100% tidak menunjukkan adanya KBM, hal ini

sesuai dengan penelitian oleh (Istiqomah Marini et al., 2014) bahwa apabila jumlah koloni melebihi 300 maka konsentrasi tersebut tidak masuk ke dalam nilai KBM terhadap bakteri, hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi ekstrak maka semakin rendah kelarutan (mengental seperti gel), sehingga hal ini dapat memperlambat difusi bahan aktif isolat ke dalam media dan akhirnya dapat mengurangi kemampuan ekstrak dengan aureus.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dari Isolasi dan Identifikasi Bakteri tandan kosong kelapa sawit sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* dapat disimpulkan bahwa Isolasi Bakteri tandan kosong kelapa sawit dengan menggunakan  $AgNO_3$  memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* zona hambat kuat sesuai hasil skrining aktivitas antibakteri serta memiliki kemampuan daya hambat (KHM) dengan nilai signifikansi pada Kruskal-Wallis Test adalah 0,02 dan nilai signifikansi pada Mann-Whitney Test adalah 0,37. Isolat bakteri tandan kosong kelapa sawit dengan  $AgNO_3$  sebagai antibakteri *Staphylococcus aureus* juga memiliki kemampuan daya bunuh (KBM) terhadap *Staphylococcus aureus* pada konsentrasi 50% dan 75%.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Abdurrachman., & Febriana, E. (2018). Evaluasi Penggunaan Antibiotik Pada Pasien Anak Penderita Demam Tifoid Di Rumah Sakit Al Islam Bandung. *Jurnal Farmaka* Volume 16 Nomor 2 Adelberg, Jawetz, & Melnick. (2017). *Medical Microbiology* (27 Ed). Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Afifurrahman, Samadin, K. H., & Aziz, S. (2014). Pola Kepekaan Bakteri *Staphylococcus aureus* terhadap Antibiotik Vancomycin di RSUP Dr . Mohammad Hoesin Palembang. *Fakultas Kedokteran Universitas Sriwijaya*, 4, 266–270.
- Agustina. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit pada Akar Tanaman Bawang Daya (*Eleutherine palmifolia* L.). Skripsi.
- Agustina, L., Udiantoro, & Halim, A. (2016). Karakteristik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Empty Fruit Bunches (Efb) Fiber With Boiling And Steaming Treatment). *Ziraa' Ah*, 41(1), 97–102.
- Agustinur, A., & Yusrizal, Y. (2021). Isolasi Bakteri Selulolitik Indigenous Pendegradasi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Metamorfosa: Journal of Biological Sciences*, 8(1), 150. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2021.v08.i01.p16>
- Ajjajah, J. H., & Selvi, E. (2021). Pengaruh Kompetensi Dan Integritas Terhadap Kinerja Perangkat Desa. *JESS (Journal of Education on Social Science)*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.24036/jess.v5i1.314>
- Amalia, R., Sari, R., & Robiyanto. (2017). Penentuan Nilai FICI Kombinasi Ekstrak Etanol Kulit Daun Lidah Buaya (*Aloe vera* (L) Burm.f) dan Gentamisin Sulfat Terhadap Bakteri *Escherichia coli* FICI value determination of combination of *Aloe vera* (L) Burm.f ethanol extract with gentamycin sulphate ag. *Pharm Sci Res*, 4(3), 132–142.
- Arifin, Z., Gunam, I. B. W., Antara, N. S., & Setiyo, Y. (2019). Isolasi Bakteri Selulolitik Pendegradasi Selulosa Dari Kompos. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(1), 30. <https://doi.org/10.24843/jrma.2019.v07.i01.p04>
- Astuti, P. (2019). Ethical Clearance Untuk Meningkatkan Kualitas Penelitian. Direktorat Riset Dan Pengabdian Kepada Masyarakat.
- Awaludin, P. A., Dwi, L. T. H., Abdul, J. A., Nurdiani, R., & Pradarameswari, K. A. (2018). Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Endofit Mangrove *Sonneratia Alba* Penghasil Enzim

- Gelatinase Dari Pantai Sendang Biru, Malang, Jawa Timur. *Indonesia Journal of Halal*; Vol 1 (1) 2018DO - 10.14710/Halal.V1i1.3114. <https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/ijh/article/view/3114>
- Ayilara, M. S., Olanrewaju, O. S., Babalola, O. O., & Odeyemi, O. (2020). Waste management through composting: Challenges and potentials. *Sustainability (Switzerland)*, 12(11), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su12114456>
- Boleng, D. . (2015). *Bakteriologi: Konsep-konsep Dasar*. UMM Press.
- Chairunnisa, C., Riyanto, R., & Karim, A. (2019). Isolasi dan Uji Bakteri Lipolitik dalam Mendegradasi Minyak Pada Limbah Cair Kelapa Sawit di Kebun Marihat, Pematang Siantar. *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 1(2), 44–52. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v1i2.155>
- Dewi, K. T. A., Kartini, Sukweenadhi, J., & Avanti, C. (2019). Karakter Fisik dan Aktivitas Antibakteri Nanopartikel Perak Hasil Green Synthesis Menggunakan Ekstrak Air Daun Sendok (*Plantago major L.*). *Pharmaceutical Sciences and Research*, 6(2), 69–81. <https://doi.org/10.7454/psr.v6i2.4220>
- Dewanti, D. P. (2018). Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(1), 81. <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i1.2644>
- Emelda, Safitri, & Fatmawati. (2021). Aktivitas Inhibisi Ekstrak Etanolik *Ulva lactuca* terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Pharmaceutical Journal of Indonesia*, 7(1), 43–48.
- Elviasari, J., & Rusli, R. (2015). Identifikasi Metabolit Sekunder Dan Uji Aktivitas Antibakteri Isolat Jamur Endofit Daun Beluntas (*Pluchea indica (L.) Less.*). *Jurnal Sains Dan Kesehatan*, 1(5), 214–220. <https://doi.org/10.25026/jsk.v1i5.42>
- Erlindawati, Ardiningsih, P., & Jayuska, A. (2015). Identifikasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Dari Tiga Isolat Bakteri Tanah Gambut Kalimantan Barat. *Jkk*, 4(1), 13–17.
- Fajriyah, N. (2021). Pengaruh Jenis Substrat pada Produksi Enzim Selulase oleh Bakteri Selulolitik asal Bekatul dan Pengujian Aktivitas dengan Variasi pH. Skripsi.
- Falakh, M. F., & Asri, M. T. (2022). Uji Potensi Isolat Bakteri Asam Laktat dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer L.*) sebagai Antimikroba terhadap *Salmonella typhi*. *Lentera Bio*, 11(3), 514–524.
- Fitri, L., & Yasmin, Y. (2011). Isolation and Observation of Morphology of Chitinolytic Bacteria Colony. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi Edukasi*, 3(2), 20–25.
- Hakim, A. R., & Saputri, R. (2021). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. CV. Pena Persada.
- Haryanti, A., Norsamsi, N., Fanny Sholiha, P. S., & Putri, N. P. (2014). Studi Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit. *Konversi*, 3(2), 20. <https://doi.org/10.20527/k.v3i2.161>
- Hayat, E. S., & Andayani, S. (2014). Pengelolaan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Dan Aplikasi Biomassa *Chromolaena odorata* Serta Sifat Tanah Sulfaquent. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah (Journal of Waste Management Technology)*, 17(2), 44–51.
- Hayati, L. N., Tyasningsih, W., Praja, R. N., Chusniati, S., Yunita, M. N., & Wibawati, P. A. (2019). Isolasi dan Identifikasi *Staphylococcus aureus* pada Susu Kambing Peranakan Etawah Penderita Mastitis Subklinis di Kelurahan Kalipuro, Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(2), 76.
- Herawan, T., Rivani, M., Sinaga, K., & Sofwan, G. A. (2019). Pembuatan mikrokristal selulosa tandan kosong sawit sebagai bahan pengisi tablet karoten sawit. Medan (ID): Departemen Farmasi, Universitas Sumatera Utara.
- Herlina, N. (2015). Isolasi dan identifikasi *Staphylococcus aureus* dari susu mastitis



- subklinis di Tasikmalaya, Jawa Barat. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON*, 1(Winarso 2008), 413–417. <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m010305>
- Hidayah, N. (2019). Studi Pendahuluan Potensi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Bidang Farmasi dan Kesehatan. *AGRISAINS*, 1(5), 1–8.
- Hidayah, N., & Wusko, I. U. (2020). Characterization and Analysis of Oil Palm Empty Fruit Bunch (OPEFB) Waste of PT Kharisma Alam Persada South Borneo. *Majalah Obat Tradisional*, 25(3). <https://doi.org/10.22146/mot.52715>
- Hidayat, N. (2016). *Mikologi Industri*. UB Press.
- Istini, I. (2020). Pemanfaatan Plastik Polipropilen Standing Pouch Sebagai Salah Satu Kemasan Sterilisasi Peralatan Laboratorium. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 41. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57424>
- Istiqomah Marini, M., Agustin, D. W., Cahyani, F., & Program Sarjana Kedokteran Gigi, M. (2014). Penentuan konsentrasi hambat minimal (KHM) dan konsentrasi bunuh minimal (KBM) ekstrak Propolis terhadap biofilm bakteri *Porphyromonas gingivalis*. *Conservative Dentistry Journal*, 4(2), 27–33
- Jayanudin, J., & Lestari, R. S. D. (2020). Enkapsulasi dan Karakterisasi Pelepasan Terkendali Pupuk NPK Menggunakan Kitosan Yang Ditaut Silang Dengan Glutaraldehid. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 16(1), 110. <https://doi.org/10.20961/alchemy.16.1.34711.110-125>
- Kemenkes. (2021). *Pedoman Dan Standar Etik*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Khianggam, S., Pootaeng-on, Y., Techakriengkrai, T., & Tanasupawat, S. (2014). Screening and identification of cellulase producing bacteria isolated from oil palm meal. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 4(4), 90–96. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2014.40416>
- Kresnawaty, T. I., Putra, S. M., Asmini Budiani, A., & Darmono, T. W. (2017). Hayati Dan Asap Cair. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(3), 171–179.
- Kuswiyanto. (2017). *Bakteriologi Buku Ajar Analisis Kesehatan*. Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Lestari, Y. I., Idiawati, N., & Harlia. (2015). Aktivitas Antibakteri Asap Cair Tandan Kosong Sawit Grade 2 yang Sebelumnya Diadsorpsi Zeolit Teraktivasi. *Jkk*, 4(4), 45–52.
- Listya, M., Sagita, D., & Antriana, N. (2017). Isolasi dan uji aktivitas antibakteri isolat bakteri endofit dari daun cendana (*Santalum album* Linn.). *Riset Informasi Kesehatan*, 6(Vol 6 No 1 (2017): Riset Informasi Kesehatan), 58–63.
- Mahdalena, S. P., Akuba, J., Papeo, D. R. P., Makkulawu, A., & Puspitadewi, A. A. (2022). Isolasi dan karakterisasi bakteri endofit dari akar pare (*Momordica charantia* L). *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 4(1), 301–309.
- Mahdiyah, D., Farida, H., Riwanto, I., Mustofa, M., Wahjono, H., Laksana Nugroho, T., & Reki, W. (2020). Screening of Indonesian peat soil bacteria producing antimicrobial compounds. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 27(10), 2604–2611. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.05.033>
- Mahdiyah, D., Rahmawati, D., & Waty, D. S. (2021). The effect of giving Kelakai (*Stenochlaena palustris*) juice on the volume of breastfeeding for postpartum mothers in the working area of the Pekauman Health Center, Banjarmasin. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 755(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/755/1/012040>
- Mappaware, N. A. (2019). *Etika dalam Penelitian Kedokteran Kesehatan*. UMI Medical Journal, 1(1), 90–100.
- Maryudi, M. (2016). *Karakteristik Torrefaksi dan Densifikasi Limbah Tandan Kosong*

- Kelapa Sawit. *CHEMICA: Jurnal Teknik Kimia*, 1(2), 77. <https://doi.org/10.26555/chemica.v1i2.3573>
- Mikdarullah, & Nugraha, A. (2019). Teknik Isolasi Bakteri Proteolitik Dari Sumber Air Panas Ciwidey, Bandung. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, 15(1), 11–14.
- Nelson, D. L., & Cox, M. . (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry* (7th ed.). W.H. Freeman & Company.
- Noval, N., Yuwindry, I., & Syahrina, D. (2019). Phytochemical Screening and Antimicrobial Activity of Bundung Plants Extract by Dilution Method. *Jurnal Surya Medika*, 5(1), 143–154. <https://doi.org/10.33084/jsm.v5i1.954>
- Nurdin, Ismail, & Hartati, S. (2019). *Metodologi Penelitian Sosial*. Media Sahabat Cendekia.
- Nuruwe, C., Matinahoru, J. M., & Hadijah, M. H. (2020). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Endofit Beberapa Jenis Pohon Berhabitat Basah. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 16(1), 65–70. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2020.16.1.65>
- Pratiwi, I. A. (2019). Potensi Tandan Kosong Sawit sebagai Energi Terbarukan. *Biologi UNAIR*.
- Prayoga, E. (2013). Perbandingan Efek Ekstrak Daun Sirih Hijau (*Piper betle* L.) dengan Metode Difusi Disk dan Sumuran Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. Skripsi.
- Radji. (2011). *Buku Ajar Mikrobiologi Panduan Mahasiswa Farmasi dan Kedokteran*. Buku Kedokteran EGC.
- Rahayu, N. (2019). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Pagoda (*Clerodendrum paniculatum* L.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus aureus* dan *Staphylococcus epidermidis*. Skripsi.
- Rahmadani, F. (2015). Uji aktivitas antibakteri dari ekstrak etanol 96% kulit batang kayu jawa (*lannea coromandelica*) terhadap bakteri *staphylococcus aureus*, *escherichia coli*, *helicobacter pylori*, *pseudomonas aeruginosa*. Bachelor Thesis.
- Rahmi, Y., Darmawi, D., Abrar, M., Jamin, F., Fakhurrrazi, F., & Fahrimal, Y. (2015). Identifikasi bakteri *staphylococcus aureus* pada preputium dan vagina kuda (*equus caballus*). *Jurnal Medika Veterinaria*, 9(2), 154–157.
- Retnaningsih, A., Primadhamanti, A., & Marisa, I. (2019). Daya Hambat Ekstrak Etanol Biji Pepaya Terhadap Bakteri *Escherichia Coli* Dan *Shigella Dysenteriae* Dengan Metode Difusi Sumuran. *Jurnal Analis Farmasi*, 4(2), 122–129.
- Rijal, M., Mahulauw, A., & Rumbu, A. (2019). Pengaruh Konsentrasi *Saccharomyces cereviceae* Terhadap Produksi Bioetanol Berbahan Dasar Batang Jagung. *Biosel: Biology Science and Education*, 8(1), 59. <https://doi.org/10.33477/bs.v8i1.847>
- Rollando, R. (2019). Uji Antimikroba Minyak Atsiri Masoyi (*Mossoia aromatica*) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*. *Majalah Farmasi Dan Farmakologi*, 23(2), 52–57. <https://doi.org/10.20956/mff.v23i2.6585>
- Rukmini, R., Siahaan, S., & Sari, I. D. (2019). Analisis Implementasi Kebijakan Program Pengendalian Resistensi Antimikroba (PPRA). *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 22(2), 106–116. <https://doi.org/10.22435/hsr.v22i2.1038>
- Sagita, D. (2017). Isolasi Bakteri Endofit dari Daun Sirih (*Piper betle* L.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Ipteks Terapan*, 11, 65. <https://doi.org/10.22216/jit.2017.v11i1.459>
- Sari Lubis, S. (2015). Penapisan Bakteri Laut Penghasil Antimikroba Dari Pesisir Serdang Bedagai Sumatera Utara (The Screening of Marine Bacteria of Producing Antimicrobial from). *Journal of Islamic Science and Technology*, 1(1), 87–96. [www.jurnal.ar-raniry.com/index.php/elkawnie](http://www.jurnal.ar-raniry.com/index.php/elkawnie)

- Shittu, A. O., Okon, K., Adesida, S., Oyedara, O., Witte, W., Strommenger, B., Layer, F., & Nübel, U. (2011). Antibiotic resistance and molecular epidemiology of *Staphylococcus aureus* in Nigeria. *BMC Microbiology*, 11(1), 92. <https://doi.org/10.1186/1471-2180-11-92>
- Sianipar, G. W. S., Sartini, S., & Riyanto, R. (2020). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Endofit pada Akar Pepaya (*Carica papaya* L). *Jurnal Ilmiah Biologi UMA (JIBIOMA)*, 2(2), 83–92. <https://doi.org/10.31289/jibioma.v2i2.312>
- Sima, M., & Ratnasari, S. L. (2022). Pengaruh Pengembangan Sumber Daya Manusia Terhadap Kinerja Pegawai Melalui Kepuasan Kerja. *Jurnal Manajemen, Organisasi Dan Bisnis*, 2(1).
- Sirajudin, A., & Rahmanisa, S. (2016). Nanopartikel Perak sebagai Penatalaksanaan Penyakit Infeksi Saluran Kemih. *Majority*, 5(4), 1–5
- Soedarto. (2014). *Mikrobiologi Kedokteran : Medical Microbiology*. Sagung Seto.
- Soendoro, T. (2017). *Etik Penelitian*. Komisi Etik Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Nasional.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.
- Sulistiyani, N., & Akbar, A. N. (2014). Aktivitas Isolat Actinomycetes dari Rumput laut (*Echema cottonii*) sebagai Penghasil Antibiotik terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kefarmasian*, 12(1), 1–9.
- Toelle, N. ., & Lenda, Y. (2014). Identifikasi dan Karakteristik *Staphylococcus* Sp. dan *Streptococcus* Sp. dari Infeksi Ovarium pada Ayam Petelur Komersial (Identification and Characteristics of *Staphylococcus* Sp. and *Streptococcus*Sp. Infection of Ovary in Commercial Layers). *Laboratorium Mikrobiologi, Program Studi Kesehatan Hewan, Politeknik Pertanian Negeri Kupang.*, 1(7), 32–37.
- Triana, D. (2014). Frekuensi B-Lactamase Hasil *Staphylococcus aureus* Secara Iodometri Di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas.
- Trisia, A., Philyria, R., & Toemon, A. N. (2018). Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Kalanduyung (*Guazuma ulmifolia* Lam.) Terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Dengan Metode Difusi Cakram (Kirby-Bauer). *Anterior Jurnal*, 17(2), 136–143.
- Wondal, R. R., Tewal, B., & Walangitan, M. D. (2019). Pengaruh Kompensasi, Kompetensi dan Motivasi Terhadap Kinerja Karyawan pada PT. Bank Artha Graha Internasional Cabang Sam Ratulangi Manado Tbk. *Jurnal EMBA: Jurnal Riset Ekonomi, Manajemen, Bisnis Dan Akuntansi*, 7(4), 5157–5166.